

[54] Title of the Invention:

Calibration phantom for quantitative computer
tomographic system for bone mineral measurement

[11] Japanese Patent Laid-Open No.: S63-203144

[43] Opened: August 23, 1988

[21] Application No.: S62-137565

[22] Filing Date: May 30, 1987

[71] Applicant: Ben Allen Arnold

[72] Inventor: Ben Allen Arnold

[51] Int. Cl.: A61B 10/00, 6/03

Specification

1. Title of the Invention

Calibration phantom for quantitative computer tomographic
system for bone mineral measurement

2. What is claimed is

1. A calibration phantom for quantitative computer tomographic (QCT) system for bone mineral measurement having a series of graded reference solutions having X-ray attenuation characteristics extremely close to human tissue held in a void space formed of a translucent member directly contacting with a material forming a phantom base, wherein the void space is disposed extremely close to the upper and lower surfaces of the

phantom so as to minimize the size and mass of the phantom, reinforce and disperse the X-ray beams, and minimize the artifact of the image, said calibration phantom comprising:

a crescent base generally formed of a strong material having X-ray attenuation characteristics with a CT number in a range of 16 to 33H units so as to be extremely close to the human muscular tissue,

a plurality of longitudinal void spaces formed in the base,

a series of reference solutions at graded concentrations held in the void spaces having X-ray attenuation characteristics extremely close to the human bone, having the solutions contacting directly with the base material, with the upper and lower surfaces of the base extremely close to the reference solutions having a thickness of base material of about 3 mm between reference solutions held between the upper surface and lower surface of the base, and

a plug for applying a pressure in the order of 100 psi to the liquid and sealing the opening for pouring the solution in the void space,

wherein the base material is a material highly advanced in stability so as to have a permeability extremely close to that of water or gas so that gas may not apparently escape from the material to the liquid contained in the capsule, and that the base material may not allow any entry or discharge of gas or liquid in the reference solution.

2. The calibration phantom of claim 1, wherein the base is made of an urethane material.

3. The calibration phantom of claim 1, wherein the base is formed of a material having a CT number in a range of about 12 to 33H units

4. A calibration phantom for CT system disposed extremely close to the upper and lower surfaces of the phantom so that the outer surfaces of a plurality of calibration reference elements may reinforce and disperse the size and mass of the phantom and X-ray beams, and minimize the artifact of the image, said calibration phantom comprising:

an upper surface including a base formed of a strong material having X-ray attenuation characteristics extremely close to the human muscle and having an extremely low permeability to water and gas, said base member placed close to the patient,

a plurality of longitudinal void spaces formed of the base having a closed end and an open sealable end,

a series of graded reference solutions held in the void spaces having X-ray attenuation characteristics extremely close to the human bone or tissue,

a wall against void space walls disposed at the upper and lower surfaces of the base having a minimum thickness for reinforcing and dispersing X-ray beams and minimizing the artifact of the image, and

a plug for applying a proper pressure to the solution enclosed by the capsule and sealing the open end of the void space.

5. A calibration reference phantom for CT system wherein a calibration reference solution is placed in direct contact with a material for forming a phantom base, and the phantom base is formed of a material having X-ray attenuation characteristics corresponding to the human tissue so as to minimize the artifact of the image, said calibration phantom comprising:

a base formed of a strong material having X-ray attenuation characteristics extremely close to the human muscle and having an extremely low permeability to water and gas,

a plurality of longitudinal void spaces formed in the base material so that the wall of the void spaces may be made of the base material, said void space having a closed end and an open sealable end, and

a series of graded reference solutions held in the void spaces so that the solution may directly contact with the base material,

wherein said reference solution has X-ray attenuation characteristics corresponding to the human bone or tissue so that the X-ray beam of CT scanner may permeate only through the material having X-ray attenuation characteristics corresponding to the human tissue or through the reference

solution, thereby reinforcing and dispersing the X-ray beam and minimizing the artifact.

6. The calibration phantom of claim 5, wherein said base is made of urethane.

7. The calibration phantom of claim 5, wherein the urethane material of extremely low permeability to water and gas is formed by reactive injection molding from a mixture of fatty acid isocyanate and polyether resin.

8. The calibration phantom of any one of claims 5 to 7, wherein the open end of the void space is threaded so as to be engaged with the threads corresponding to the sealing plug, and an O-ring placed between the plug wall and the void space wall maintains a tight sealing to flow-in and flow-out of liquid and gas.

9. The calibration phantom of any one of claims 5 to 7, wherein the open end of the void space is threaded so as to be engaged with the threads corresponding to the sealing plug, and the plug has an annular groove and an O-ring held in the groove so that the O-ring may form sealing between the plug and void space wall so as to maintain a tight sealing to flow-in and flow-out of liquid and gas.

10. The calibration phantom of any one of claims 5 to 7, wherein the open end of the void space is threaded so as to be engaged with the threads corresponding to the sealing plug, the plug has an abutting portion placed parallel to an opening of

the void space having a groove formed in the plug and an O-ring placed therein, a fluid is maintained by the pressure applied when the plug is driven into the void space opening, and a pressure is applied to sealing of the O-ring so as to present a tight sealing to flow-in and flow-out of liquid and gas into and from the reference solution held in the void space, and is applied simultaneously to the fluid.

11. A method of manufacturing a calibration phantom for CT system comprising:

a step of forming a phantom base from a strong material having X-ray attenuation characteristics extremely close to the human muscle and having an extremely low permeability to water and gas, and forming a plurality of longitudinal void spaces in the form base in this forming process,

a step of filling one or more void spaces with a reference solution having different X-ray characteristics corresponding to the human bone or tissue density, and

a step of sealing each open end of the void spaces so as to impede flow-out of the reference solution from the void spaces and flow-in of gas into the solution,

wherein the X-ray passes only through the material having the X-ray attenuation characteristics corresponding to the human bone or tissue.

12. The method of manufacturing a phantom of claim 11, further including a step of removing gas from the solution

before the open ends of the void spaces are sealed.

13. The method of manufacturing a phantom of claim 11, further including a step of maintaining the reference solution by the pressure after a pressure is applied to the reference solution at least in one void space and the void space is sealed.

14. A calibration phantom for CT system having a minimum limit of X-ray beam reinforcement and dispersion and artifact of image, wherein the outside surface of a plurality of calibration reference elements is placed close to the upper and lower surfaces of the phantom, said calibration phantom comprising:

an upper surface including a base formed of a strong material having X-ray attenuation characteristics extremely close to the human muscle and having an extremely low permeability to water and gas, said base member placed close to the patient, and

a series of graded reference elements integrated with the base having X-ray attenuation characteristics corresponding to the human bone or tissue.

4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a front view of a computer tomographic system showing a calibration phantom at specified position.

Fig. 2 is a perspective exploded view showing installation of void space plug on the phantom base.

Fig. 3 is a sectional view cut along line 3-3 in Fig. 2 showing of calibration phantom with reference solution.

Fig. 4 is a sectional view cut along line 4-4 showing reference void space having a circular sectional shape.

Fig. 5 is a sectional view of other embodiment of calibration phantom showing reference void space having a generally square sectional shape.

Fig. 6 is a perspective view showing vacuum pump and bell jar for removing gas from reference solution in manufacturing process of calibration phantom.

Fig. 7 is a typical axis sectional tomographic picture presented by CT scan.

Fig. 8 is a sectional view of one embodiment of a plug used for sealing the reference void space of the phantom base.

Fig. 9 is a sectional view of a second embodiment of sealing plug used for sealing the reference void space of the phantom base.

In the drawings, 1: CT scanner, 11: phantom, 12: bench, 14: movable table, 15: bench opening, 20, 21, and 22: cushion, 25: base, 26, 27, 28, 29, and 30: void space, 35 and 36: metal bar, 41: opening end, 43: sealing member, 44: opening, 45: reference solution, 50: gas vent chamber, 51: bell jar, 55: O-ring, 56: annular groove, 57: driving plug, 60: O-ring, 62: plug, 70, 71, 72, 73, and 74: void space, and 80, 81, 82, and 83: reference element of phantom.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-203144

⑬ Int. Cl.⁴

A 61 B 10/00
6/03

識別記号

庁内整理番号

R-7259-4C
F-7232-4C

⑭ 公開 昭和63年(1988)8月23日

審査請求 未請求 発明の数 5 (全9頁)

⑮ 発明の名称 骨のミネラル測定のための量的コンピュータ断層写真システムのための校正ファントム

⑯ 特 願 昭62-137565

⑰ 出 願 昭62(1987)5月30日

特許法第30条第1項適用 昭和61年11月30日 北米放射線医学集会において発行された「QCT-B ONE MINERAL」に発表

優先権主張 ⑱ 1987年2月17日 ⑲ 米国(US) ⑳ 015047

㉑ 発 明 者 ベン・アレン・アーノ アメリカ合衆国、カリフォルニア州、アーヴィン サンド
ルド ストーン、4

㉒ 出 願 人 ベン・アレン・アーノ アメリカ合衆国、カリフォルニア州、アーヴィン サンド
ルド ストーン、4

㉓ 代 理 人 弁理士 深見 久郎 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

骨のミネラル測定のための量的コンピュータ断層写真システムのための校正ファントム

2. 特許請求の範囲

(1) 人間の組織に極めて近いX線減衰特性を有する一連の段階づけられた基準溶液がファントムベースを形成する材料と直接接触している半透明の部材で形成された空洞内に保持される、骨のミネラル測定のための量的コンピュータ断層写真(QCT)システムのための校正ファントムであって、さらに前記空洞がファントムの大きさおよび質量を最小限にしさらにこのようにX線ビーム強化、分散および画像の人工部分を最小限にするように前記ファントムの上部および下部表面に極めて近接して設置され、

人間の筋肉組織に極めて近くなるように16ないし33Hユニットの範囲にあるCT番号を有するX線減衰特性を有する強い材料から形成されて

いる一般に三日月形のベースと、

前記ベースで形成される複数の長手の空洞と、
溶液がベース材料と直接接触しておりかつ前記ベースの上部および下部表面が前記ベースの上部表面および下部表面と保持された基準溶液との間でおよそ3mmのベース材料の厚さを有して前記基準溶液に極めて近接しているように、人間の骨に対応するX線減衰特性を有する前記空洞内に保持される一連の段階づけられた濃度の基準溶液と、
前記液体に100psiのオーダの圧力を加えることと前記空洞内の溶液を入れるための開口を封止することの双方を行なう栓とを含み、

前記ベース材料は、材料からカプセルに包まれた液体への目に見えるガス抜きが起こらずまたベース材料が基準溶液への気体または液体のいかなる投入または流出も許さないように、水および気体に対する極めて低い透過性を有する高度に安定した材料であることを特徴とする、校正ファントム。

(2) 前記ベースがウレタン材料から形成さ

れる、特許請求の範囲第1項に記載の校正ファントム。

(3) 前記ベースがおよそ12ないし33Hユニットの範囲にあるCT番号を有する材料から形成される、特許請求の範囲第1項に記載の校正ファントム。

(4) 複数の校正基準要素の外部表面がファントムの大きさおよび質量およびこのようにX線ビームの強化、分散、および画像の人工部分を最小限にするように前記ファントムの上部および下部表面に極めて近接して置かれるCTシステムのための校正ファントムであって、

人間の筋内に極めて近いX線減衰特性を有しかつ水および気体に対し極めて低い透過性を有する強い材料から形成されるベースを含み、前記ベース部材は患者に近接して置かれるような上部表面を有し、

閉じられた端部および開いた封止可能な端部を有する前記ベースで形成された複数の長手の空洞と、

うに前記ベース材料内に形成された複数の長手の空洞とを含み、前記空洞が閉じられた端部および開いた封止可能な端部を有し、

溶液がベース材料と直接接触しているように前記空洞内に保持された一連の段階づけられた基準溶液を含み、前記基準溶液はCTスキャナのX線ビームが人間の組織に対応するX線減衰特性を有する材料のみを介してまたは基準溶液を介して通過し、それによりX線ビーム強化、分散および人工像を最小限にするように、人間の骨または組織に対応するX線減衰特性を有する、校正ファントム。

(6) 前記ベースがウレタンから形成される、特許請求の範囲第5項に記載の校正ファントム。

(7) 水および気体に対し極めて低い透過性を有す強いウレタン材料を形成するために脂肪族イソシアネートとポリエーテル樹脂の混合物から反応射出成形される、特許請求の範囲第5項に記載の校正ファントム。

(8) 前記空洞の開いた端部が前記封止栓で

人間の または組織に対応するX線減衰特性を有する前記空洞内に保持された一連の段階づけられた基準溶液と、

X線ビーム強化、分散、および画像の人工部分を最小限にするように最小の厚さを有する前記ベースの上部および下部表面と並置された空洞壁との間の壁の厚さと、さらに

そこにカプセルで包まれた溶液に相当な圧力を加える一方で前記空洞の開いた端部を封止するための栓とを含む、校正ファントム。

(5) 校正基準溶液がファントムベースを形成する材料と直接接触して設置されさらにファントムベースが画像の人工部分を最小限にするように人間の組織に対応するX線減衰特性を有する材料から形成されているCTシステムのための校正基準ファントムであって、

人間の組織に極めて近いX線減衰特性を有しさらに水および気体に対し極めて低い透過性を有する強い材料から形成されたベースと、

空洞の壁がベース材料により形成されているよ

対応するねじすじと組になるようにねじすじを切り込まれ、さらに

前記栓の壁と前記空洞の壁との間に置かれるOリングが液体および気体の流入および流出に対し密な封止を維持する、特許請求の範囲第5項ないし第7項のいずれかに記載の校正ファントム。

(9) 前記空洞の開いた端部が前記封止栓で対応するねじすじと組になるようにねじすじが切り込まれ、液体および気体の流入および流出に対し密な封止を維持するために前記栓と前記空洞の壁との間でOリングが封止を形成するように、前記栓が環状の溝および前記溝内で保持されるOリングを有する、特許請求の範囲第5項ないし第7項のいずれかに記載の校正ファントム。

(10) 前記空洞の開いた端部は前記封止栓の対応するねじすじと組になるようにねじすじが切り込まれ、前記栓は栓中で形成される溝およびその間に置かれるOリングを有する空洞開口での並置された当接部を有し、栓が空洞開口にねじ込まれるとき圧力のもとで流動体を維持しかつ前記

空洞内に保持された基準溶液へおよびそこからの液体および気体の流入および流出に対し密な封止を提供するために圧力がOリング封止に加えられる一方で前記流動体でも同時に加えられる、特許請求の範囲第5項ないし第7項のいずれかに記載の校正ファントム。

(11) 人間の筋肉に極めて近いX線減衰特性を有しかつ水および気体に対し極めて低い透過性を有する強い材料からファントムベースを成形しさらにそのような成形工程の間の前記フォームベース内に複数の長手の空洞を形成する段階と、異なる人間の骨または組織密度に対応するX線減衰特性を有する基準溶液で1つまたはそれ以上の前記空洞を充填する段階と、さらに

前記空洞からの前記基準溶液の流出および前記溶液への気体の流入を妨げるために前記空洞の各々の開いた端部を封止する段階とを含む、人間の骨または組織に対応するX線減衰特性を有する材料のみを介してX線が通過する、CTシステムのための校正ファントムを製造するための方法。

れた基準要素を含む、校正ファントム。

3. 発明の詳細な説明

発明の背景

コンピュータ化断層写真(CT)システムを用いた使用のための校正基準ファントムの使用は、骨の密度の測定のためのそのようなシステムの利用の実質的な増大を提供するためにサンフランシスコのカリフォルニア大学で臨床医学用に実証されてきた。そのような量的コンピュータ断層写真(QCT)システムは300以上の臨床医学用装置で骨粗鬆症患者の早期発見および正確な長期監視を提供してきた。校正ファントムに対する最初の特許(ドナルド J. ボルツ(Donald J. Volz))に与えられた米国特許番号第4,233,507号)はその特許で同時に発明する校正ファントムを使用する一般的な技術が開示されている。この特許に記載されているように、ファントムは患者の下に設置されかつそれおよび患者はCTスキャナで同時に走査され、こうして改良された性能のためのCTプロセスで種々の技術的要因の補

(12) 空洞の開いた端部が封止される前に溶液のガス抜きをする段階を含む、特許請求の範囲第11項に記載のファントムを製造する方法。

(13) 少なくとも1つの前記空洞で基準溶液に圧力を加えさらに前記空洞が封止された後で圧力のもとで前記基準溶液を維持する段階を含む、特許請求の範囲第11項に記載の校正ファントムを製造する方法。

(14) 最小限のX線ビーム強化、分散および画線の人工部分を有するCTシステムのための校正ファントムであって、複数の校正基準要素の外部表面が前記ファントムの上部および下部表面に近接して置かれ、

人間の筋肉に極めて近いX線減衰特性を有しかつ水および気体に対し極めて低い透過性を有する強い材料から形成されるベースを含み、前記ベース部材が患者に近接して置かれるような上部表面を有し、

人間の骨または組織に対応するX線減衰特性を有する前記ベースと一体となる一連の段階づけら

正のために標準の基準を提供する。ファントムは、オペレータが手動で(または最近ではプログラムされたコンピュータで)患者の骨のミネラル密度を計算し得るように、その段階的な密度が変化する人間の骨のミネラル含有量に対応する一連の基準要素を提供する。

発明の概要

この発明は米国特許番号第4,233,507号でドナルド J. ボルツ博士により教示されるような改良された校正ファントムに関するものである。

後で説明されるような好ましい実施例において、ファントムはウレタンベース部材内に形成される一連の空洞の詰まった、長手の、円筒状の空洞を有するウレタンから形成される成形ベース部材を含む。複数のこれらの空洞は人間の骨に対応するX線減衰率を有する予め定められた濃度の溶液で充填されかつ1つの空洞は蒸留水で充填される。これらの溶液は直接ウレタン材料と接触し、すなわち、溶液は支持材料同様このように容器を形成

するファントム ベース材料と直接的な接触をしている。封止の前に、充填された空洞は実質的にすべての気体および気泡が溶液から除去されることを確実にするためにガス抜き手続がなされる。各空洞は次いで真空密封止としてかつカプセルに包まれた溶液に実質的な圧力を加えさらにファントムの寿命の間にわたりそのような圧力を維持するように有利に設計された栓で蓋がなされる。

この態様でのファントムの構造は液体および気体に対し低い透過性が高強度のファントムに提供される。ウレタン材料製品のより低い物理的密度および原子番号は先行技術のファントムに対する減じられたビーム強化とX線分散のための合計のX線減衰を減じる。

この発明に従って構成される結果として生じるファントムは多数の重要な利点を有する。

1. このファントムは人間の筋肉に極めて近いX線減衰特性を有する。人間の筋肉組織は典型的には「Hユニット」で表現されるおよそ32のCT番号を有しかつこの発明に従って構成されるフ

3. ウレタン材料は水および気体に対し極度に低い透過性を有する。結果として、基準溶液の完全な状態は長時間にわたり維持される。さらに、ウレタン材料の低い透過性はファントムの上部および下部表面と基準空洞との間で壁の厚さが極度に薄くされることを許容する。減じられた壁の厚さおよびそれゆえ減じられたファントムの大きさはより少ないビームの強化および分散とそれゆえ減じられる画像の人工部分をさらに作り出す。

4. ウレタン材料の化学的性質は剛性のファントムをまたは、もし所望されるならば、患者の身体に輪郭を築くことを含む種々の形に輪郭を築かれ得る柔性のファントムを提供するために選択され得る。

5. ウレタン材料は半透明で、基準要素における気泡の不在の視覚検査を許容する。

6. 液体基準要素およびウレタンベースは減衰に關しての最小限の構造変化、すなわちCT画像での構造ノイズを提供する極めて同質のX線減衰特性に備えるものである。これは量的測定の正確

ファントムは一般におよそ12ないし33Hユニットの範囲にあるCT 号を有する。結果として、ファントムにおけるX線の相互作用は人間の筋肉および骨に極めて近くなる。ファントム画像における画像の人工部分は互いに極めて近接しているファントムと患者のX線減衰および分散の類似性のせいで減じられる。

2. ウレタンは非常に強くかつ破壊されない材料であり、こうして先行技術のファントムの壊れやすい特性を克服する。さらに、空洞の壁の厚さは、全体として、このファントムが先行技術のファントムよりもかなり狭くかつ薄くなり得るように若しく減じられ得る。この減じられた大きさおよび合計の質量は、より少ないビームの強化および分散に、かつまたテーブルの上にかつCTスキャナの視野に患者を位置決めすることの改良された容易さに備えるものである。また、患者に与えられる放射線量は全対的な減じられた減衰のせいで減じられる。ウレタンの高い強度は基準溶液での高圧の使用をさらに容易にする。

さを増加する。

先行技術の従来の教示は、溶液の容器はファントムベース材料とは異なる材料でできているということである。典型的には、基準溶液で充填された封止された薄壁ポリエチレンチューブがアクリルベースに埋設されている。これら先行技術のファントム——それらのベース材料は典型的にはおよそ80HユニットのCT番号を有する——のX線減衰特性は人間の筋肉組織よりもかなり高い。

さらに、先行技術のファントムは、ベース部材が(a)基準溶液のチューブとファントムの外型との間および(b)隣接するチューブ同士の間材料の相当の厚さがある物理的に大きくかつ重い部材であることを必要とする。ベース材料のこの実質的な大きさおよび質量はX線ビームの重要なX線分散およびビーム強化および増加された画像の人工部分を作り出す。

この発明はそれゆえに、ファントムベース自体が先行技術の装置に勝る多数の重要な利点を有す

る一方で基準溶液器を提供するので先行技術のファントムからの実質的な離脱でありかつそれに対して全く異なるものである。

発明の詳細な説明

第1図を参照すると、校正ファントム11の位置を例示する従来のCTスキャナ10の真上からの図が示されている。示されるように、CTスキャナは機台12を含む。示されてはいないが、公知であるように、機台12はX線供給源およびコリメータならびに並置されたX線検出器を支持するということが理解されるであろう。患者13は機台開口15を介し移動される可動台14上に位置決めされる。示されるように、一連のクッション20、21および22は校正ファントム11同様、この台により支持される。水等量ゲル(示されていない)を含むボルスバッグは場合によってはファントムと患者の身体の曲線との間の空隙を除去するかまたは減じるためにファントムの頂部と患者との間に置かれる。

上でのボルツの特許でのように、この発明のフ

41はねじ込みキャップおよびOリング封止部材43を受入れるために42で示されるようにねじすじを切られている。1対のアーチャー44

(第8図および第9図で最もよく示される)は所望の深さまでねじすじを切った開口41内で栓を回転するべき栓具を受入れるために提供される。

ベース25および封止栓43を構成するための好ましい材料は1つまたはそれ以上の触媒および安定材の付加物ばかりではなく、反応射出成形用金具(RIM)に脂肪族イソシアネートおよびポリエーテル樹脂を化合することにより形成されるウレタンである。このファントムを構成するために用いられるウレタンの特定の調合物構成要素はカリフォルニア州コスタメサのグッド・マーク・ケミカルズ社(Good Marc Chemicals, Inc.)により供給される調合物番号GMC-462である。安定材およびまたは触媒は凝固速度および温度ならびに強度を制御するためばかりでなく放射線照射にさらされるとウレタンが変色または黄ばむことを防ぐために利用される。この発明で

ファントムは、CTスキャンの各断面が患者およびファントムの上にある身体の部分に対する校正ファントムの双方を含むように、台の頂部に伴って縦長に延びかつ台および患者とともに並置可能な基準材料の一連の長手のサンプルを含む。

校正ファントムの形状および物理的構造は第2図ないし第6図、第8図および第9図に示されている。示されるように、ファントム11は複数の長手の空洞26、27、28、29および30がそこに並んで間隔をあけられる単一の部材として有利に成形される長手の、わずかにアーチ状のベース25を含む。さらに、長手の小さな直径の金属製の棒35および36はCTカーソルを画像における興味ある領域に設置するためにベース25の中に成形されてもよくかつオペレータによって手動でまたはCTスキャナシステムによって自動的に用いられても構わない。

空洞26ないし30の各々は閉じられた端部40および開いた端部41で有利に成形されている。この発明の好ましい実施例において、開いた端部

利用される特定の脂肪族ウレタンは、材料の損失または破損なしに水が存在すると安定するという特性、ファントムベースに気泡を作ることなしに成形を可能にするような低い粘度、および1立法センチメートルあたりおよそ1.03ないし1.07グラムの物理的密度を有する。ウレタンは紫外線安定されるウォータ・ホワイトの色をしておりそれにより黄ばみを避け、かつさらには異なる色を提供するように有利に染色されても構わない。

結果として生じるファントムベース25は水および気体に対し極めて低い透過性をまた有する一方で、基準校正要素に対し極めて強度な容器である。結果として、ファントムベースの上部および下部表面と並置された空洞壁との間の壁の厚さ(第4図に示されるような壁の厚さT)は、典型的には厚さ3mmと極めて薄くなり得る。結果として、所与の大きさのファントムでは、チューブ状の空洞26ないし30はビーム強化およびX線分散を最小限にしかつ画像の人工部分を減じる一方で、改良された正確さに対するフォトンの統計値

を高めるように所与の大きさのファントムで可能であるのと同じ大きさの断面部を有する。さらに、不透透性の高強度の壁は水または気体のどのような流入または流出もあるいは気泡の形成を禁ずることにより長時間にわたって安定した基準を確立するように液体校正サンプルが高圧のもとで維持されることを可能にする。基準溶液が医療診断のために用いられそのようにして公知となりかつ長時間にわたり高い正確さに維持されなければならないということに注目することは重要である。

このウレタン材料はまたファントム本体の断面部にわたる減衰変化なしに同質のファントムを提供するという点で特に有利である。さらに、ウレタン材料は液体基準溶液のいずれの気泡も容易に目で観察され得るように半透明である。さらに、下で説明されるように、ウレタン材料の物理的な特性は剛性のファントムがまたは患者の身体に輪郭を摸かれ得る柔性のファントムのいずれかを提供するように変えられ得る。

上でのボルトの特許で説明されたように、いく

抜き室50に設置される。チャンバー50はベルジャー51およびそれぞれの溶液から気体および泡を抜き取るためにベルジャー51内のチャンバーを排気して空にするための真空ポンプまたは他の部52を含む従来の真空システムを含む。液体蒸気の損失または溶液サンプルの濃度の変化を防げるように溶液で充填された空洞の各々が封止部材43をゆるく保持し、このように高い正確さに維持されなければならないそれらのX線減衰率のいずれの変化も避けることは有利であるとわかっている。

溶液のガス抜きをするための別な技術は、超音波変換器(示されていない)に結合された水槽に充填されたベース25を下ろしかつ超音波キャビテーションにより基準溶液中のいずれの気泡をも除去することである。4D KHz 周波数標準的な超音波槽クリーナが用いられても構わない。結果として、いずれのガス抜き技術が用いられようと、校正溶液中にあるかまたは溶液が空洞内に注入されたときに入るいずれのガスもまたは空洞

つかの校正サンプルは一連の段階のついた種々の濃度の人間の骨に対応するX線減衰率を有する磷酸水素二カリウム溶液(K_2HPO_4)から有利に形成される。炭酸カルシウム($CaCO_3$)およびカルシウムヒドロキシアパタイト $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ はまた人間の骨のX線減衰をシミュレートするために用いられ得る。もちろん、この発明は骨のミネラル分析システムに対してのみに限定されるのではなく、ファントムで他の診断使用のためのCTスキャナを校正する代わりに用いられ得るヨード・コントラスト材料を用いた人間の筋肉および血液のような異なる組織状の減衰特性を有するサンプルを含んでも構わないということが理解されるであろう。

校正ファントム11を製造する工程は第3図および第6図に示されている。第3図に示されているように、ベース空洞28は校正された基準溶液45で充填されている。第6図に示されるように、空洞26ないし30の各々がそれ自体の構成溶液で充填された後、全ベース部材25は適当なガス

の壁に捉えられるいずれの気泡も基準溶液の最終封止の前に除去されるであろう。

封止部材43の代替実施例は第8図および第9図に示されている。第8図の実施例43aにおいて、Oリング55は栓57と空洞の側壁58との間に密のOリング封止を提供するようにおじ込み栓57の側壁の屈曲の溝56で保持される。他の実施例43bでは、Oリング60は栓62が空洞開口で当接部63に対しOリングを押しつけるで封止が形成されるように栓62で見られる溝61の底で保持される。封止部材43aおよび43bはカプセルに包まれた液体の校正された基準溶液に相当な圧力を、すなわち100psiのオーダで加えるようになるまで十分にファントムベースのおじすじが切られた空洞開口の中におじ込まれる。気泡形成はそれゆえさらに防げられる。

第4図に示される実施例では、空洞26ないし30は円形の断面形状に形成される。代替の実施例では、空洞70、71、72、73、および74はベース部材の内部空間をいくぶんかはより効

率的に利用する一般に四角い形状に形成される。しかしながら、双方の実施例は校正空洞直径の必要な直径、たとえば2.0cmを維持したまま全くコンパクトにされても構わない。こ ように、第2図の外部形状および第3図および第7図の断面形状を有する校正ファントムの1つの実施例において、ベース部材の全体の形状は55.8cmの四部側での湾曲半径、36cmの長さL、16cmの幅W、および2.6cmの厚さDを有してわずかに三日月形に形作られ、さらに空洞21ないし36の各々は直径が各々2.0cmである。総合重量は3.5ポンドである。

対比すると、現在使用されているアクリルをベースにした先行技術のファントムはかなり大きくかつ重く、典型的には46cmの長さ、26.5cmの幅、および4cmの厚さを有しその結果総合重量が10.5ポンドとなる。これら先行技術のファントムに埋設されるチューブはこの発明の空洞とほぼ同じ直径であるので、先行技術では、ファントムの上部および下部表面と基準サンプルの壁と

輪郭を描かれ得る柔性のファントムベースに備えるために従来の技術を用いて変えられ得るのでウレタン材料を用いて構成され得る。たとえば、柔性のファントムは患者の脊柱、股部、または腕の輪郭に描かれ得る。

校正サンプルは液状組成物でできている必要はないということがまた理解されるであろう。このように、サンプルは液体溶液の代わりに次いで中空の空洞に置かれる中実の棒を構成するためにウレタンと K_2HPO_4 との混合物またはウレタンとカルシウムヒドロキシアパタイトとの混合物から構成され得る。その代わりに、中実の材料校正サンプルはすべてのまたは実質的にすべてのファントムが中実のサンプル要素からなっているように、中実のファントムを形成するために直接互いに付着され得る。

校正サンプルおよびファントムベース部材が所望の物理的およびX線減衰特性を有する他のプラスチック状の材料から形成され得て、たとえば、三井石油化学工業株式会社によりTPXの商標の

の固でかつ基準要素同士の固で、この発明に従って構成されるファントムにおけるよりもベース材料の実質的により大きな厚さが提示されることは明らかである。

適当に位置決めされた患者13およびファントム11を示す描かれた典型的なCT断面画像は第7図に示されている。典型的には4つのファントムの基準要素80、81、82および83は患者の脊椎の骨のミネラル密度を計算するために校正を提供し、蒸留水中の K_2HPO_4 の濃度は典型的には0.50、100および200g/ccであり、さらに第5番目の要素(たとえば、要素85)は脂肪当量基準サンプルである。典型的な試験において、4つの脊椎に関する組織体に対するミネラル含有量が得られかつ患者に対し単一の結果を得るために平均化される。

ファントムの強度および剛性はウレタンの化学特性の変化により修正されても構わない。このように、剛性のファントムはウレタンの化学特性が患者の身体の輪郭に描くことを含む種々の形態に

もとで販売されているポリオレフィン重合体を用いられ得てかつ射出成形されるという付加的な利点のためになり得るということがまた理解されるであろう。

4. 図面の簡単な説明

第1図は所定の位置での校正ファントムを示すコンピュータ断層写真システムの正面図である。

第2図はファントムベース上の空洞性の設置を示す分解斜視図である。

第3図は基準溶液での校正ファントムの充填を示す第2図の線3-3に沿って切取られた断面図である。

第4図は円形の断面形状を有する基準空洞を示す線4-4に沿って切取られた断面図である。

第5図は一般に正方形の断面形態を有する基準空洞を示す校正ファントムの別な実施例の断面図である。

第6図は校正ファントムの製造の間、基準溶液のガス抜きをするための真空ポンプおよびベルフヤーの使用を示す斜視図である。

第7図はCTスキャンにより提供される典型的な横断面 断面断面の図表である。

第8図はファントムベースの基準空洞を封止するために用いられる栓の1つの実施例の断面図である。

第9図はファントムベースの基準空洞を封止するために用いられる封止栓の第2の実施例の断面図である。

図において、1はCTスキャナ、11はファントム、12は機台、14は可動台、15は機台開口、20、21および22はクッション、25はベース、26、27、28、29および30は空洞、35および36は金属製の枠、41は開口端部、43は封止部材、44は開口、45は基準溶液、50はガス抜き室、51はバルブ、55はリング、56は環状の溝、57はねじ込み栓、60はリング、62は栓、70、71、72、73および74は空洞、80、81、82および83はファントムの基準要素である。

図面の添字(数字)は変更なし

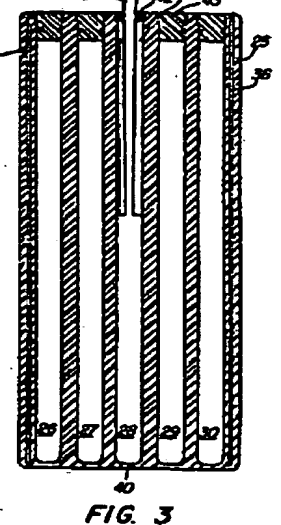
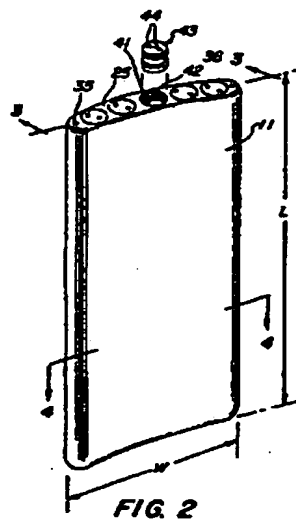
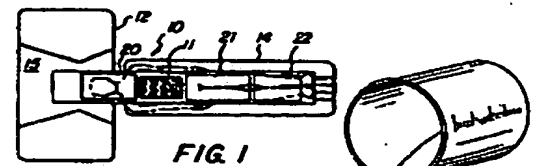


FIG. 7

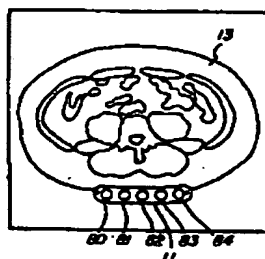
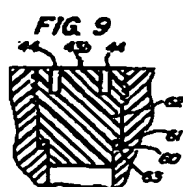
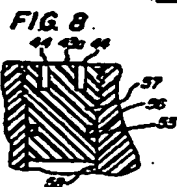
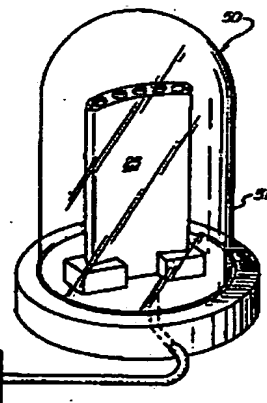


FIG. 6



手 続 補 正 書 (方式)

昭和62年9月16日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

昭和62年特許第137565号

2. 発明の名称

骨のミネラル測定のための量的コンピュータ断層写真システムのための校正ファントム

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 アメリカ合衆国、カリフォルニア州、アーヴィン
サンドストーン、4

氏名 ベン・アレン・アーノルド

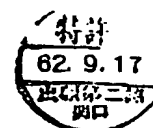
4. 代理人

住 所 大阪市東区平野町2丁目8番地の1平野町八千代ビル
電話 大阪 (06) 222-0381 (代)

氏名 弁理士(6474) 深見久郎

5. 補正命令の日付

自発補正



6. 補正の対象

図面全図

7. 補正の内容

別紙のとおり。なお、内容についての変更はありません。

以上